

Produção de grãos de milho e atributos químicos de solo influenciados pela aplicação de escória de siderurgia em um Latossolo Amarelo distrófico

EDILSON CARVALHO BRASIL⁽¹⁾, EMERSON VINÍCIUS SILVA DO NASCIMENTO⁽²⁾ & RÔMULO JOSÉ ALENCAR SOBRINHO⁽³⁾

RESUMO - A maioria dos solos da Amazônia apresenta características de elevada acidez, sendo necessária a aplicação de corretivos para a obtenção de produtividades satisfatórias das culturas. Embora os calcários sejam os corretivos mais utilizados na agricultura, a utilização agrícola de escória de siderurgia, representa uma excelente alternativa. Com o objetivo de avaliar o efeito de doses de escória de siderúrgica sobre atributos químicos do solo e a produção de milho em um Latossolo Amarelo distrófico do Estado do Pará, conduziu-se um experimento em blocos casualizados, com três repetições, em fatorial 2x5, com dois corretivos de acidez (escória e calcário dolomítico) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹). Aos 120 dias da semeadura do milho (BRS 1030), observou-se que o aumento das doses de ambos os corretivos promoveu aumentos na produção de grãos de milho. A produção de grãos com aplicação de calcário, somente foi superior à da escória, na dose equivalente de duas t ha⁻¹. A aplicação dos corretivos promoveu reduziu a acidez do solo, associada ao aumento de pH e Ca+MG, além da redução do Al trocável. A aplicação de ambos os corretivos favoreceu aumento nos teores de P disponível no solo, no entanto somente a escória aplicada nas doses mais elevadas promoveu aumento da concentração de K trocável.

Palavras-Chave: (silicato de cálcio; acidez do solo; Amazônia)

Introdução

A maioria dos solos da Amazônia caracteriza-se pela elevada acidez e presença de alumínio em níveis tóxicos, sendo necessária a aplicação de corretivos de acidez para a obtenção de produtividades satisfatórias das culturas. A correção da acidez do solo é muito importante para o adequado desenvolvimento do milho, embora existam materiais genéticos mais tolerantes as condições de acidez [1]. Os calcários são os produtos mais utilizados na agricultura para a correção da

acidez, devido à sua efetividade e por possuírem preço relativamente baixo. No entanto, podem ter seu uso restringido pelo custo do transporte em situações de grandes distâncias entre a fonte produtora e os locais de consumo, como é o caso da grande maioria das áreas agrícolas do estado do Pará. A utilização agrícola de escória de siderurgia, como corretivo de acidez, representa uma excelente alternativa, já que o Pará possui um dos maiores parques siderúrgicos de produção de ferro gusa do País. A escória, resíduo da indústria da fundição do aço e do ferro gusa, possui ação neutralizante da acidez do solo, promovendo a conseqüente elevação do pH, CTC e V%, fornecendo nutrientes como Ca, Mg, Zn, B, Fe, Mn e Si, além de exercer efeito competitivo com os sítios de adsorção de P, reduzindo a adsorção e aumentando a disponibilidade de fósforo no solo [2,3,4]. Por outro lado, o uso agrícola de escória, ainda, tem a vantagem de diminuir o impacto ambiental em torno das indústrias produtoras de ferro e aço.

Apesar de ser pouco utilizada na agricultura brasileira, alguns trabalhos têm demonstrado a viabilidade da escória de siderurgia como corretivo de acidez e a resposta de culturas [5,6,7]. No entanto, são escassos os estudos sobre a eficiência agrônômica de escória em solos da Amazônia.

Objetivo do trabalho foi avaliar o efeito comparado de doses de escória de siderúrgica sobre atributos químicos do solo e a produção de milho em um Latossolo Amarelo distrófico do Estado do Pará.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Terra Alta – Pará, em um solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, possuindo as seguintes características químicas na camada superficial: pH (H₂O) de 4,9; P e K (Mehlich 1) iguais a 2 e 24 mg dm⁻³, respectivamente; Ca, Mg e Al iguais a 0,6; 0,3; e 0,8 cmolc. dm⁻³, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2x5,

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Tv. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Belém, PA, CEP 66095-100. E-mail: brasil@cpatu.embrapa.br.

⁽²⁾ Bolsista do CNPq, Doutorando do PPG em Agroecossistema Amazônicos, Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Bairro: Terra Firme, C.P. 917, Belém, PA, CEP: 66.077-530.

⁽³⁾ Graduando do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Bairro: Terra Firme, C.P. 917, Belém, PA, CEP: 66.077-530.

correspondendo a dois corretivos de acidez (escória e calcário dolomítico) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹). Utilizou-se uma escória coletada em vazamento de alto forno da Companhia Siderúrgica Paraense, localizada no município de Marabá-PA. Os corretivos foram passados em peneira de 0,3 mm de abertura de malha (ABNT nº 50) e as características químicas foram: 94,0% e 67,6% de PRNT; 45,8 e 35,5% de CaO e 4,5 e 3,4 de MgO, respectivamente, para o calcário e a escória. Os corretivos foram incorporados ao solo, aplicando-se metade das quantidades referentes aos tratamentos (ajustadas para PRNT 100%), por ocasião da aração e o restante na gradagem. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-12, aplicados a lanço em área total.

Após 30 dias da aplicação dos tratamentos realizou-se a semeadura do milho (BRS 1030) no espaçamento 0,8m x 0,2m, em parcelas com área de 20 m² (4m x 5m). Após 15 dias após da semeadura efetuou-se adubação básica com 120 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, na forma de uréia e cloreto de potássio.

Aos 120 dias da semeadura efetuou-se a colheita do milho, coletando-se as plantas das três linhas centrais das parcelas, para determinação da produtividade de grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e conforme a significância, as médias dos corretivos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade, enquanto que as doses aplicadas foram ajustas a partir de modelos de regressão simples, em relação às variáveis de resposta avaliadas.

Resultados

A produção de grãos de milho foi influenciada significativamente pela interação dos corretivos e doses aplicadas ($p < 0,001$). O aumento das doses de ambos os corretivos promoveu aumentos nas produções de grãos de milho, sendo que o melhor ajuste para o calcário foi o modelo quadrático e linear para a escória (Figura 1).

Comparando-se o efeito dos corretivos, apenas com a aplicação da dose equivalente a 2 t ha⁻¹ o calcário foi superior à escória, já que nas demais quantidades aplicados não se observou diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

O pH do solo foi influenciado pelo aumento das doses de calcário, verificando-se aumentos mais expressivos nas maiores quantidades aplicadas do corretivo. A aplicação de escória apresentou apenas ligeiro aumento nos valores deste corretivo (Figura 2a). Comportamento semelhante foi verificado para os teores de Cálcio+magnésio, em que a aplicação de calcário promoveu maiores aumentos nas concentrações destes nutrientes no solo, do que aqueles obtidos pela aplicação de escória, principalmente nas doses mais elevadas dos corretivos (Figura 2b).

À medida que as doses aplicadas de ambos os corretivos foram aumentadas, houve redução dos teores de alumínio trocável, no entanto essa redução foi mais acentuada nas maiores doses de calcário (Figura 2c).

Independentemente do corretivo utilizado, o aumento das quantidades aplicadas favoreceu aumento nos teores de fósforo disponível no solo (Figura 3).

A aplicação de escória de siderurgia promoveu o aumento nos teores de potássio trocável no solo, a partir da dose de 2 t ha⁻¹.

Discussão

O aumento da produção de milho, com a aplicação de escória está relacionado às melhorias promovidas no solo, como redução da acidez associada ao aumento dos teores de cálcio + magnésio e dos valores de pH, além da redução da concentração de alumínio trocável. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores na neutralização da acidez do solo, utilizando a escória de siderurgia [8, 7]. Efeitos da escória na correção da acidez do solo e no aumento de bases se devem à presença do constituinte neutralizante (SiO₃⁻²) e de Ca e Mg no material, respectivamente [9].

Considerando os modelos ajustados aos resultados de produção de grãos, observou-se que a resposta do milho à escória, em geral, não foi tão eficaz, como observado para o calcário, evidenciando o comportamento distinto dos materiais corretivos na eficiência da neutralização da acidez, o que pode ser decorrente da diferença na natureza química dos materiais (silicato e carbonato). Esse aspecto foi verificado por Alcarde [10] e Fortes [11] que obtiveram resultados de mesma ordem de resposta.

O aumento nos teores de fósforo disponível no solo em função da aplicação de ambos os corretivos nas condições deste trabalho, indica que houve diferentes causas para esse comportamento, já que a ação neutralizante da escória no solo foi inferior à do calcário. Isso demonstra que a maior disponibilidade de P nas doses mais elevadas de escória, pode estar mais associada ao efeito do silicato contido na escória, pela ação competitiva dos ânions silicatos com os fosfatos aos mesmos sítios de adsorção, do que pela ação de ação neutralizante da acidez do solo [12].

Os maiores teores de K no solo nas doses mais elevadas de escória, ocorreram em razão desse resíduo apresentar o elemento na sua constituição, o que também foi obtido por Carvalho-Pupatto et al. [13]. O incremento dos teores do nutriente no solo com aplicação das doses mais elevadas de escória pode ser a razão para o aumento linear crescente da produção de milho, já que o efeito de neutralização da acidez pela escória foi menos efetivo, do que com o calcário.

Conclusões

A escória de siderurgia, apesar de ter sido menos efetiva na neutralização da acidez do solo, em relação ao calcário, influenciou positivamente a produção de grãos de milho, além de promover o aumento nos teores de P disponível e K trocável no solo.

Referências

- [1] CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.147-196.
- [2] BRASIL, E.C.; NICOLI, C.M.L.; OLIVEIRA, R.F. de. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos gerados durante o processo de produção de ferro gusa voltadas para utilização agroflorestal: estudo de viabilidade técnica e econômica. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 47p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 333).
- [3] PRADO, R. de M.; COUTINHO, E.L.M.; ROQUE, C.G.; VILLAR, M.L.P. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.539-546, 2002.
- [4] PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito do calcário e da escória de siderurgia na disponibilidade de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro e em Areia Quartzosa. Revista de Agricultura, Piracicaba, v.74, n.2, p. 235-244, 1999.
- [5] PIAU, W. C. Efeitos de escórias de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1995. 124 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- [6] PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67p.
- [7] BARBOSA FILHO, M.P.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, O.F. da. Influência da escória silicatada na acidez do solo e na produtividade de grãos do arroz de terras altas. Ciência Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 2, p. 323-331, 2004.
- [8] CARVALHO-PUPATTO, J.G.; BULL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C. MAUAD, M.; SILVA, R.H. da. Efeito de escória de alto forno no crescimento radicular e na produtividade de arroz. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 11, p.1323-1328, 2003.
- [9] ALCARDE, J.C. Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6).
- [10] FORTES, J. L. de O. Eficiência de duas escórias de siderurgia do estado do Maranhão na correção da acidez do solo. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1993. 66p. (Dissertação de Mestrado).
- [11] PRADO, R. M.; NATALE, W.; FERNANDES, F. M.; CORRÊA, M. C. M. Reatividade de uma escória de siderurgia em um latossolo vermelho distrófico. Revista Brasileira Ciência do solo, Viçosa, v.28, p.197-205, 2004.
- [12] PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito da escória de siderurgia e do calcário na disponibilidade de fósforo em Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 09, p.1199-1204, 2001.
- [13] CARVALHO-PUPATTO, J.G.; BULL, L.T.; CRUSCIOL. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 12, p.1213-1218, 2004.

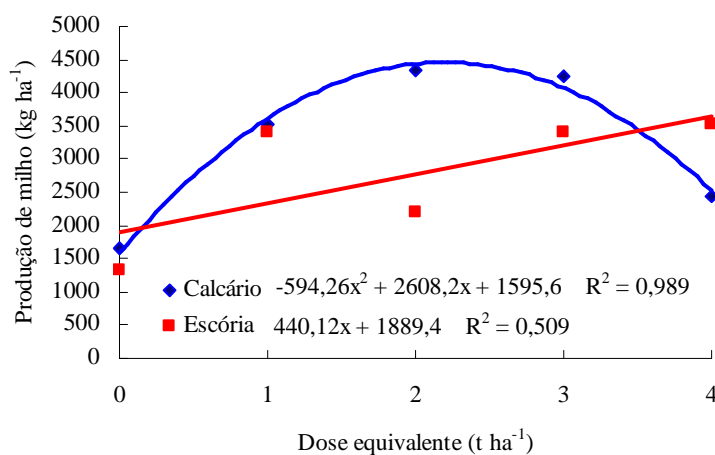


Figura 1. Produção de grãos de milho em função da aplicação de doses de calcário e escória de siderurgia em um Latossolo Amarelo distrófico.

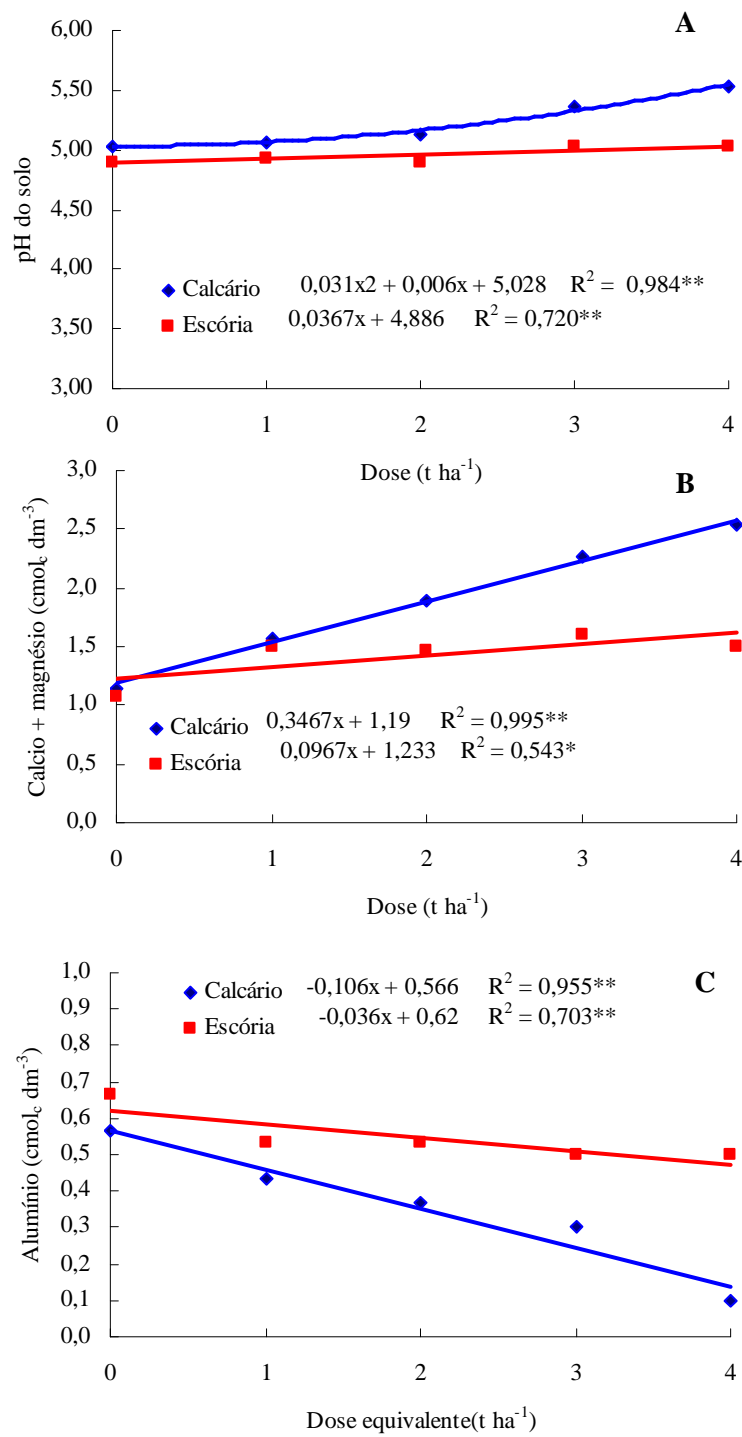


Figura 2. Valores de pH do solo (A), cálcio+magnésio (B) e alumínio trocável (C) sob a aplicação de doses de escória e calcário em um Latossolo Amarelo distrófico.

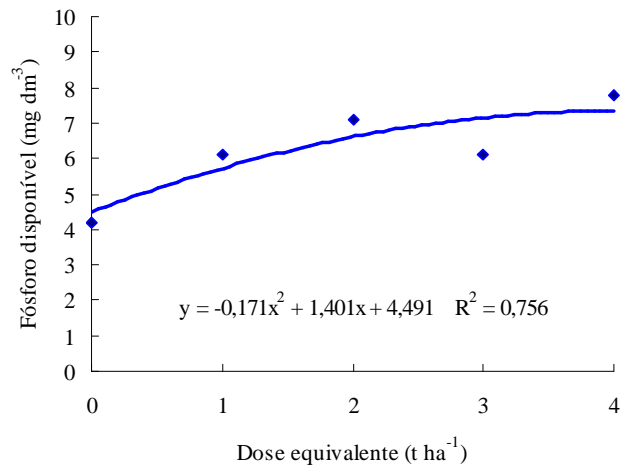


Figura 3. Teores de fósforo disponível em função da aplicação de doses de escória e calcário em um Latossolo Amarelo distrófico.

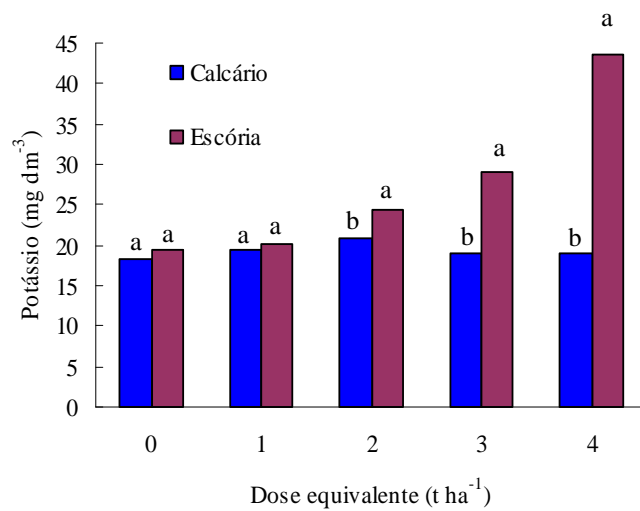


Figura 4. Teores de potássio no solo em função da aplicação de doses de escória e calcário em um Latossolo Amarelo distrófico. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$), dentro de cada dose dos corretivos.